






No English title available

Patent number: DE2207260 (A1)
Publication date: 1972-10-12
Inventor(s): CLARK WILLIAM THOMAS; PARTINGTON EDWARD COLIN;
MOORE ARTHUR IVAN WALTER
Applicant(s): PRODUCTION ENG RES [GB]
Classification:
- **international:** *B23K10/00; B23P25/00; B23K10/00; B23P25/00;* (IPC1-
7): B23B1/00
- **european:** H05H1/26; B23K10/00D; B23P25/00B
Application number: DE19722207260 19720216
Priority number(s): GB19710004798 19710217

Also published as:

 NL7201852 (A)
 BE779349 (A1)
 IT947596 (B)
 FR2125988 (A5)
 AU463733 (B2)

more >>

Abstract not available for **DE 2207260 (A1)**

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(51)

Int. Cl.:

B 23 b, 1/00

8

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



(52)

Deutsche Kl.: 49 a, 1/00

(10)

(11)

(21)

(22)

(43)

Offenlegungsschrift 2207 260

Aktenzeichen: P 22 07 260.2

Anmeldetag: 16. Februar 1972

Offenlegungstag: 12. Oktober 1972

Ausstellungspriorität: —

(30)

Unionspriorität

(32)

Datum: 17. Februar 1971 29. Juli 1971

(33)

Land: Großbritannien

(31)

Aktenzeichen: 4798-71 4798-71

(54)

Bezeichnung: Verfahren zum Bearbeiten eines Werkstückes mit hitzebeständigen
Schneidwerkzeugen und Vorrichtung zur Ausübung des Verfahrens

(61)

Zusatz zu: —

(62)

Ausscheidung aus: —

(71)

Anmelder: The Production Engineering Research Association of Great Britain,
Melton Mowbray, Leicestershire (Großbritannien)

Vertreter gem. § 16 PatG: Fincke, H., Dr.-Ing.; Bohr, H., Dipl.-Ing.; Staeger, S., Dipl.-Ing.;
Patentanwälte, 8000 München

(72)

Als Erfinder benannt: Clark, William Thomas, Birstall, Leicestershire;
Partington, Edward Colin, Grantham; Moore, Arthur Ivan Walter,
Melton Mowbray, Leicestershire (Großbritannien)

Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

ORIGINAL INSPECTED

OT 2207 260

Fernruf: *26 60 60

16. FEB. 1972

220726

Case 4798/71

In erster Linie, jedoch nicht ausschließlich, soll die

2

Erfindung bei der Bearbeitung von Werkstücken eingesetzt werden, die nach üblichen Methoden nur schwer oder gar nicht bearbeitbar sind, zum Beispiel von gehärtetem und auf 650 VPN vergütetem Werkzeugstahl.

Es ist bereits bekannt, einem Arbeitsstück starke Wärme zuzuführen, um es weichzuglücken und die Bearbeitung zu erleichtern. Es ist auch bereits festgestellt worden, daß die Wärme dem Werkstück, um den größten Vorteil aus der Erhitzung zu ziehen, während des Bearbeitungsvorgangs zugeführt werden sollte. Das schwierigste Problem bei den bisherigen Versuchen zur sogenannten "Warmbearbeitung" besteht darin, daß die dem Werkstück zur Erzielung einer Verbesserung der Bearbeitbarkeit zuzuführende Wärmemenge so groß ist, daß das Werkstück durch die Wärme Schaden erleidet (Verziehen oder metallurgische Veränderungen). Verfahren, bei denen die Erhitzung induktiv vorgenommen wurde, führen leicht zu einer Beschädigung der gerade benutzten Bearbeitungswerkzeuge.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein verbessertes Bearbeitungsverfahren zu entwickeln.

Gemäß der Erfindung ist ein Verfahren zum Bearbeiten eines Werkstücks mit hitzebeständigen Schneidwerkzeugen bei Zu-

führung starker Wärme zu dem Werkstückmaterial, um dessen Festigkeit herabzusetzen und die Schneidwirkung des Werkzeuge zu verbessern, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur lediglich in denjenigen Materialbereichen, die anschliessend von dem Werkzeug weggenommen werden sollen, unmittelbar vor dem Bearbeitungsvorgang so weit erhöht wird, daß die Festigkeit dieser Bereiche genügend weit herabgesetzt wird, damit das Werkzeug eine gute Schneidwirkung ausübt, während das übrige Material unterhalb dieser Temperatur gehalten wird.

Man sieht, daß nach dem erfindungsgemässen Verfahren nur die Teile des Werkstückmaterials intensiv erhitzt werden, die gerade von dem Schneidwerkzeug erreicht werden, so daß keine bleibenden Wärmeschäden an dem Werkstück auftreten können. Darüber hinaus bringt die Tatsache, daß das Material sich leichter bearbeiten läßt, gegenüber den üblichen Bearbeitungsmethoden erhebliche Vorteile mit sich. Zum Beispiel ergeben sich meistens gleichzeitig mehrere der nachgenannten Vorteile gegenüber den bisher angewandten Methoden: höhere Bearbeitungsgeschwindigkeiten; schnellerer Vorschub; geringere Maschinenleistung; höhere Werkzeugstandzeit. So lassen sich beispielsweise Nimonic 115, ein kalthärtender Chrommanganstahl, oder gehärteter und auf 650 VPE vergüteter Werkzeugstahl durch das erfindungs-

gemässe Verfahren mit Geschwindigkeiten bearbeiten, die in dem Bereich der zehnfachen Geschwindigkeit der Bearbeitung nach den konventionellen Methoden liegen. Nach der erfindungsgemässen Methode lassen sich alle diese Metalle mit einer Schnittgeschwindigkeit von etwa 150 m/min (500 ft/min) bearbeiten, während die bisher möglichen Schnittgeschwindigkeiten dieser Metalle der Reihe nach waren: maximal 48 m/min (30 ft/min); 64 m/min (40 ft/min); unbearbeitbar.

Als Beispiel für den Vorteil des geringeren Werkzeugverschleisses möge die Tatsache dienen, daß bei EN 24, vergütet auf 600 VPN (110 t Zugfestigkeit), der Werkzeugverschleiß auf ein Achtel desjenigen sank, der bei den üblichen Bearbeitungstechniken festzustellen war.

Weitere Vorteile, die sich bei der Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens ergeben, sind der bessere Oberflächenzustand des bearbeiteten Werkstückes und die Möglichkeit, diskontinuierliche Schnitte mit Erfolg auszuführen, wobei Werkzeuge aus sprödem, verschleißfestem Material benutzt wurden.

Vorzugsweise wird ein Plasmalichtbogen-Brenner oder eine andere Erhitzungsvorrichtung mit verengtem Bogen benutzt, um an dem Werkstück die lokalisierte starke Erhitzung zu erzielen. Mit einer derartigen Vorrichtung lassen sich Rich-

tung, Bereiche und Intensität der Erhitzung genau steuern.

In diesem Fall wird die Vorrichtung zweckmässigerweise so gesteuert, daß die Fläche des auf das Werkstück aufsetzenden Erhitzungsbogens etwa gleich der Querschnittsfläche des Schnitts ist, den das Schneidwerkzeug auszuführen hat.

Beim Plasmabogen hat es sich als zweckmässig erwiesen, die elektrische Leistungsaufnahme auf einen Wert im Bereich bis 10 kW zu steuern (vgl. weiter unten).

Im Rahmen der Erfindung können auch andere Erhitzungsvorrichtungen, wie beispielsweise Laser oder Wärmelampen, verwendet werden.

Um die Gefahr einer Beschädigung durch Hitze an dem Werkstück noch weiter herabzusetzen, kann unmittelbar hinter dem Schneidwerkzeug an dem Werkstück eine Kühlung wirksam werden. Zum Beispiel kann ein Strom von flüssigem Stickstoff auf die Werkstückoberfläche gerichtet werden.

Das im Rahmen der erfindungsgemässen Methode bevorzugte Schneidwerkzeug erhält eine Keramikscheide. Die Schneiden können auch aus Metallkeramik gebildet werden. In jedem

Fall werden vorzugsweise spanabhebende Werkzeuge benutzt.

Bekanntlich besitzen manche Metalle und Legierungen eine als 'Superformänderungsvermögen' ('Superplasticity') bezeichnete Eigenschaft (eine Erscheinung, die durch das Verschwinden von Festigkeit in dem Metall und deren Ersatz durch Ausdehnung gekennzeichnet ist). Superformänderungsvermögen entsteht bei einer Temperatur, die von dem jeweiligen Material abhängt. Verallgemeinernd glaubt man sagen zu können, daß Superformänderungsvermögen sich bei einer Temperatur im Bereich der 0,4-fachen Schmelztemperatur ($^{\circ}\text{K}$) des Materials einstellt.

Wenn es gilt, ein Werkstück aus einem Material zu bearbeiten, das diese Eigenschaft aufweist, kann man die Erhitzung so steuern, daß die Temperatur der von dem Schneidwerkzeug wegzunehmenden Materialteile bis auf den Temperaturbereich erhitzt wird, in dem das Superformänderungsvermögen auftritt.

Gemäß der Erfindung ist ferner eine Vorrichtung zur Ausübung des Verfahrens vorgesehen, die gekennzeichnet ist durch eine Halterung für das zu bearbeitende Werkstück, ein Schneidwerkzeug mit hitzebeständiger Schneide, eine

Einrichtung, die eine Relativbewegung zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug für die Dauer der Einwirkung des Schneidwerkzeugs auf das Werkstück herbeiführt, und eine Einrichtung, die eine starke lokale Erhitzung der Teile des Werkstücks, die von dem Schneidwerkzeug abgenommen werden, unmittelbar vor dem Schnitt hervorruft.

Um die Erfindung leichter verständlich zu machen und ihre Anwendung in der Praxis zu erleichtern, wird anschließend eine Ausführungsform der Erfindung beschrieben und durch Zeichnungen erläutert, die folgendes darstellen:

Fig. 1 eine vereinfachte perspektivische Ansicht eines zylindrischen Werkstücks bei der Bearbeitung nach dem erfindungsgemässen Verfahren;

Fig. 2 eine schematische Darstellung des nach Fig. 1 verwendeten Plasmalichtbogen-Brenners mit den erforderlichen elektrischen Verbindungen;

Fig. 3 eine schematische Übersicht über die Betriebseinrichtungen der Vorrichtung nach Fig. 1;

Fig. 4 die Steuerschaltung für die in Fig. 3 gezeichneten Betriebseinrichtungen.

Nach Fig. 1 ist ein zylindrisches Werkstück 1 in eine Drehmaschine eingespannt und läuft mit hoher Drehzahl in Pfeilrichtung um. Ein Schneidwerkzeug 2 mit Keramikschneide 3 befindet sich neben dem umlaufenden Werkstück und hebt Material in vorgegebener Stärke von dem Werkstück ab. Die Schneide 3 verringert demnach den Werkstückdurchmesser in der angegebenen Weise.

Erfindungsgemäß übt ein Erhitzungsorgan 4 mit verengtem Bogen eine starke lokalisierte Erhitzung des Werkstücks 1 unmittelbar vor dem Schneidwerkzeug 2 aus. Die Erhitzung führt zu einer Herabsetzung der Festigkeit des Werkstückmaterials unmittelbar vor dem Schneidvorgang.

Im vorliegenden Fall bildet ein Plasmabrenner die Erhitzungsvorrichtung.

Fig. 2 zeigt schematisch den Brenner 4 nach Fig. 1. Der Brenner besteht danach aus einem Gehäuse 5, an dessen unterem Ende eine Düse 6 ausgebildet und in dessen Achse eine Hauptelektrode 7 angeordnet ist. Wie bei derartigen Brennern üblich, wird Gas (im vorliegenden Fall Argon) in das Gehäuse 5 geleitet, das beim Betrieb einen Gasvorhang um den Bogen legt. Ausserdem wird Kühlwasser zugeführt.

Im normalen Betrieb wird eine Gleichspannung aus einer geeigneten Spannungsquelle an die Elektrode 7 bzw. das Werkstück 1 gelegt, und zwischen diesen beiden Teilen entwickelt sich eine elektrische Bogenentladung 8.

Um einen Hilfsbogen 9 für den Fall zu haben, daß der Hauptbogen 8 erlischt, wird ein Widerstand 10 zwischen den einen Pol der Spannungsquelle und das Gehäuse 5 gelegt, wobei der Hilfsbogen sich zwischen der Elektrode 7 und dem Gehäuse 5 an der Düse entwickelt.

In Fig. 3 ist der Brenner nach Fig. 2 durch die Bezugszahl 4 bezeichnet. PSU bezeichnet die an den Brenner angeschlossene Stromquelle, die ihrerseits von einer Wechselstromversorgung gespeist wird (z.B. 250 V, 50 Hz). Parallel zu dem Ausgang der Stromquelle PSU ist ein spannungsgesteuertes Relais RL4 geschaltet. Ein solenoidgesteuerter Schalter S4 liegt in einer der Ausgangsleitungen des PSU. Der Widerstand 10 kann durch einen handbetätigten Schalter SW4 zugeschaltet werden.

In Fig. 3 bezeichnet MW die Hauptwasserversorgung für den Brenner; in der Leitung liegt ein von Hand zu betätigender Schalter R1, ein druckbetätigter Schalter SW1 und ein solenoidbetätigter Schalter S1. Die Argonzuleitung ist mit A bezeichnet, und in der Leitung liegen Schalter R2, SW2 und S2.

Fig. 3 zeigt ausserdem die Luftleitung MA, die zum Querschieberantrieb C1 der Drehmaschine führt. Die Luftzufuhr wird gesteuert durch einen solenoidbetätigten Schalter S3. Schließlich ist noch ein von dem Drehbankspindelhebel gesteuerter Schalter SW3 vorgesehen.

Fig. 4 zeigt die Steuerschaltung für die Betriebseinrichtungen aus Fig. 3.

Zu der Schaltung gehören die Schalter SW1, SW2 und SW3 aus Fig. 3. Die Schalter S1, S2 und S3 aus Fig. 3 betätigenden Solenoide werden durch die gleichen Zeichen gekennzeichnet wie die Schalter.

Nach Fig. 4 ist auch ein Startknopf PB1 und ein Anhaltknopf PB2 vorgesehen, sowie zwei Relais RL1 bzw. RL2, deren Kontakte mit RC1 bzw. RC2 bezeichnet sind. Ferner liegen drei verzögert abfallende Relais RLD1 bzw. 2 bzw. 3 in der Schaltung; die Relaiskontakte tragen die Bezeichnungen RCD1 bzw. 2 bzw. 3. Die in die Relais eingebauten Verzögerungen liegen bei:

60 sec (RLD1), 30 Sec (RLD2), 0 - 5 Sec (RLD 3).

Mit anderen Worten: wird RLD1 entregt, so dauert es 60 Sekunden, bis die Kontakte schliessen. Ein viertes (verzögerungsfreies) Relais RL5 in dem Verzögerungsabschnitt des

Kreises besitzt Kontakte RC5.

Schließlich gehören zu der Schaltung noch zwei Signallampen 11 und 12; die erste Lampe zeigt die Betriebsbereitschaft an und die zweite die fertige Ausbildung des Bogens.

Im Betrieb arbeitet die Einrichtung folgendermaßen:

1. Der Schalter S4 wird geschlossen, wodurch der Hilfsbogen 9 zwischen dem Gehäuse 5 und der Elektrode 7 des Brenners gezündet wird.
2. Die Spannungsquelle PSU wird reguliert, um die richtige Leistung für den Hauptbogen des Plasmabrenners bereitzustellen, wenn er gezündet ist. Die richtige Höhe der Leistung hängt ab von dem zu bearbeitenden Material, der Schnitttiefe usw.
3. Das Ventil R1 in der Wasserzuleitung wird von Hand geöffnet, und der Druckschalter SW1 sperrt ab, wenn der vorbestimmte Druck erreicht ist.
4. Ebenso wird das Ventil R2 in der Argonzuleitung geöffnet, und der Druckschalter SW2 sperrt ab, wenn der vorbestimmte

Druck erreicht ist.

5. Der Spindelhebel der Drehmaschine wird betätigt, so daß das Werkstück in Drehung versetzt wird; dadurch wird der Schalter SW3 geschlossen. Aus Fig. 4 ist zu entnehmen, daß nach dieser Folge von Schaltvorgängen das Relais RL1 erregt wird, wodurch dessen Kontakte RC1 geschlossen werden und die die Betriebsbereitschaft anzeigende Lampe 11 aufleuchtet.

6. Nun werden Brenner und Schneidwerkzeuge zueinander und gegenüber dem Werkstück nach Maßgabe der vorzunehmenden Bearbeitung ausgerichtet.

Wenn die Schnitttiefe groß im Verhältnis zu der Entfernung zwischen der Plasmabrennerdüse und der Werkstückoberfläche ist, kann es sich empfehlen, den Brenner so schrägzustellen, daß er auf die von dem Schneidwerkzeug geschnittene Seite und nicht in Richtung des von dem Schneidwerkzeug weggenommenen Durchmessers zeigt. In anderen Fällen, z.B. beim Kopierdrehen, kann es zweckmässig sein, den Brenner so einzustellen, daß er mit der Vereinigung der radialen mit der axialen Fläche zusammentrifft.

Gleichgültig, welche Art Bearbeitung gerade vorgenommen wird, muß der Lichtbogenplasmabrenner so eingestellt und

muß ein solches Schneidwerkzeug gewählt werden, daß die von dem Hauptbogen hervorgerufene Erhitzung des Werkstücks - in Schnittrichtung betrachtet - deutlich vor dem Schneidwerkzeug stattfindet, wobei die Grösse des Vorhalts von der Art der Bearbeitung abhängt. Jedoch ist diese Einstellung in den meisten Fällen nicht sehr kritisch und kann zwischen einigen Millimetern und 1 Meter (auf dem Umfang gemessen) betragen.

Auf jeden Fall wird der Arbeitsablauf folgendermaßen fortgesetzt:

7. Der Schalter PB1 wird betätigt, um die Bildung des Hauptlichtbogens einzuleiten. Durch Drücken des Knopfs PB1 wird wegen des geschlossenen RC1 das Relais RL3 erregt. Das Relais ist über die mit PB1 verbundenen Kontakte RC2 selbsthaltend. Die das Zünden des Hauptbogens anzeigende Lampe 12 wird über das zweite Kontaktpaar RC2 gespeist. Das dritte Kontaktpaar speist die Relais RLD1, 2 und 3, die die zugehörigen Kontakte schliessen und die Schalter S1, S2 und S4 öffnen. Sobald der Hauptbogen gezündet ist, stellt RL4 den entstehenden Spannungsabfall fest, wodurch der Schalter RL4 in Fig. 4 geschlossen und das Relais RL5 erregt wird. Dadurch wird RC5 geschlossen und der Querschleiberantrieb durch Öffnen des von S3 gesteuerten Ventils in Betrieb genommen.

8. Bei Beendigung des Schneidvorgangs wird der Schalter PB2 von Hand oder durch einen Mikroschalter geöffnet, der am Ende der Bearbeitungsstrecke angeordnet ist. Auf jeden Fall wird dadurch das Relais RL2 zum Abfallen veranlaßt; dabei öffnen seine Kontakte RC2, und die Lampe 12 erlischt. Ferner werden dadurch die Relais RLD1, 2 und 3 entregt. Diese Relais fallen dann nach Ablauf ihrer jeweiligen Verzögerungszeit ab, sofern nicht der Hauptlichtbogen durch Betätigen des Druckknopfs PS1 wieder gezündet worden ist. Die Zuführung von Gas und Wasser zum Brenner bleibt auf diese Weise so lange nach dem Erlöschen des Lichtbogens aufrechterhalten, daß der Brenner ausreichend abgekühlt wird.

Man sieht, daß der Hilfsbogen während des gesamten Programmablaufs gebrannt hat. Nötigenfalls können jedoch Anordnungen getroffen werden, um ihn während des Bearbeitungsvorgangs zu löschen. Zum Beispiel kann das Relais RL4, das die Herstellung des Hauptlichtbogens feststellt, so abgeändert werden, daß es den Hilfslichtbogen löscht. Er könnte wieder gezündet werden, indem beispielsweise der Knopf PB2 gedrückt würde. Der Arbeiter kann diesen Vorgang aber auch von Hand auslösen.

Natürlich läßt sich die Anlage auch für Plandreharbeiten einrichten, d.h. für Arbeiten, bei denen der Werkzeugvor-

schub senkrecht zur Drehachse des Werkstücks erfolgt. Ebenso kann man die Anordnung auch für andere Dreharbeiten, etwa für Bohr- und Hohlbohrarbeiten einsetzen, wenn Ausrüstung und Steuerung entsprechend eingerichtet werden, und schließlich läßt sich die Anordnung an Horizontaldrehmaschinen, d.h. an Spitzen- und an Revolverdrehbänken, ebenso wie an Vertikaldrehmaschinen, d.h. an Vertikalbohrwerken und Vertikaldrehbänken, verwenden.

Das anhand der Zeichnungen beschriebene Verfahren betrifft einen Zylinderdrehvorgang, bei dem das Schneiden kontinuierlich erfolgt. In vielen Fällen muß jedoch ein unterbrochener Schnitt vorgenommen werden. Das einfachste Beispiel ist das wiederholte Schneiden an einem Werkstück entlang; in diesem Fall muß der Schneidvorgang unterbrochen werden, wenn das Werkzeug das Ende des Werkstücks erreicht, und das Werkzeug muß an den Anfang des Schneidwegs zurückgeführt werden. Andere Unterbrechungen erfolgen in Schnittrichtung oder senkrecht zur Schnittrichtung. Zum Beispiel erfordert ein Werkstück, das eine Anzahl Längsschlitze in seiner Aussenfläche aufweist, Unterbrechungen in Schnittrichtung. Ein Werkstück mit einer Eintiefung in Umfangsrichtung in einer senkrecht zu seiner Achse verlaufenden Ebene erfordert eine Unterbrechung des Schnitts in Richtung senkrecht zur Schnittrichtung. Diese Art von Unterbrechungen tritt auch auf, wenn eine Anzahl einzelner Werkstücke anein-

anderstossend angeordnet sind und nacheinander bearbeitet werden sollen.

Auf jeden Fall kann es bei einer erforderlich werdenden Schnittunterbrechung nötig werden, den Hauptbogen zu lösen oder in seiner Leistung herabzusetzen, wenn der Brenner einen Zwischenraum in dem Werkstück erreicht; dann wird nur der Hilfsbogen aufrechterhalten. Zum Beispiel kann Herabsetzung einer Spannung oder eine Stromänderung, die einer Änderung der Bogenlänge entspricht, angewandt werden, um die Bogenleistung herabzusetzen. Es wird vorausgesetzt, daß das für die Durchführung solcher Regelaufgaben erforderliche Steuersystem den jeweiligen Erfordernissen angepaßt ist. In manchen Fällen kann beispielsweise eine schnell ansprechende Festkörpersteuerung zweckmässig sein.

Die oben in ihren Grundzügen beschriebene Bearbeitungsanlage kann einer Vielzahl von Anwendungen an Werkzeugmaschinen angepaßt werden und läßt sich beispielsweise einsetzen beim Drehen, Hobeln, Kurzhobeln, Bohren, Hohlbohren, Fräsen, Ausbohren, Langfräsen, Räumen usw.. Beispiele für einige dieser Arbeiten sollen nachstehend kurz beschrieben werden.

1. Hobeln und Kurzhobeln

Ganz allgemein läßt sich die für Dreharbeiten beschriebene Anlage für Hobel- und Kurzhobelarbeiten anpassen, ausser daß in kurzen Abschnitten wiederholte Schnitte auszuführen sind. In den Fällen, in denen der Schnitt nur in einer Richtung erfolgt, kann somit das Steuersystem so ausgeführt sein, daß der Hauptbogen während der Rückföhrbewegung gelöst wird. Wenn ein Doppelschnitt ausgeführt wird, d.h. wenn in beiden Richtungen geschnitten wird, können zwei Brenner, d.h. ein Brenner für jedes Schneidwerkzeug vorgesehen werden, die gleichartig, aber gegeneinander versetzt arbeiten.

Es ist einzusehen, daß der Arbeitshub evtl. etwas länger gewählt werden muß, weil der Brenner vor dem Schneidwerkzeug anzuordnen ist.

Jedenfalls zeigt sich, daß die Einrichtung zum Hobeln horizontaler und vertikaler Flächen und auch für Nachformarbeiten dieser Art geeignet ist.

2. Fräsen

Beim Fräsen mit rotierenden Fräsern hängt die Anordnung von der Grösse des Fräasers relativ zur Querschnittsfläche des Hauptbogens ab. Wenn beider Grösse etwa vergleichbar ist (z.B. beim Fräsen mit Fingerfräser) kann ein einzelner,

vor dem Fräser herlaufender Brenner ausreichend sein. Wenn jedoch der Fräser groß gegenüber der Größe des Bogens ist, kann es erforderlich werden, eine Anordnung zu treffen, mit der das Werkstück längs eines schmalen fortlaufenden Streifens an dem Rande des Fräsers erhitzt wird. Man kann aber auch jeweils einen eigenen Bogen an jedem Fräserzahn vorsehen. In jedem Fall ist darauf zu achten, daß kein Bogen gebildet wird, wenn ein Zahn nicht schneidet, d.h. nachdem ein Zahn einen Schnitt ausgeführt hat und bevor er den nächsten Schnitt beginnt.

Allgemein betrachtet, kann man das Stirnfräsen als eine Art unterbrochenes Schneiden betrachten.

Die Erfindung kann also mit gewissen Anpassungsmaßnahmen zum Fräsen an allen Arten von Maschinen, an denen Fräsarbeiten ausgeführt werden können, z.B. an Horizontal- und Vertikalfräsmaschinen, Lehrenbohrmaschinen, Horizontalbohrmaschinen und Bodenbohrmaschinen, Langfräsmaschinen usw., eingesetzt werden.

3. Räumen

Beim Räumen, bei dem Metall von einer Serie geradeaus bewegter Zähne weggenommen wird, kann ein Plasmalichtbogen vor jeder Schneidkante angebracht werden, und der

Betrieb kann so gesteuert werden, daß beim Eintritt jedes Zahns in das Werkstück der Bogen gelöscht wird. Wenn der Querschnitt des Räumwerkzeugs senkrecht zur Schnitterichtung (z.B. beim Herstellen einer Keilbohrung) aus einer Mehrzahl von Zähnen besteht, können die in einer einzelnen Ebene liegenden Bogen zum gleichzeitigen Arbeiten veranlaßt werden.

4. Ausbohren und Hohlbohren

Für das Ausbohren und Hohlbohren muß man die übliche Form des Schneidwerkzeugs etwas verändern, um eine Lösung für das Problem zu finden, den notwendigen Bohrschnittseffekt von einer Schneidkante zu erzielen, wenn ein Loch in einem härtesten Werkstoff gemacht wird. Bei einer herkömmlichen Bearbeitungsaufgabe, die erfindungsgemäß ausgeführt werden soll, wird ein rotierender Brenner mit einer Schneidkante benutzt, die nach Art eines Bohrwerkzeugs für tiefe Löcher (z.B. zum Bohren eines Gewehrlaufs) angeordnet ist. Dabei braucht aber kein Schneidöl zugeführt zu werden. Das Plasmapbrenner-Bohrwerkzeug würde wie ein Gewehrlaubbrenner initial in das Werkstück eingeführt werden; es kann sich dann, wenn nötig erweisen, das Werkzeug periodisch herausziehen, um die Bohrspäne abzunehmen.

Zur Verdeutlichung der Wirkungsweise der Erfindung sollen nachstehend einige Ergebnisse mitgeteilt werden, die den Unterschied zwischen Warmbearbeitung und üblicher Kaltbearbeitung erweisen.

Bei den Versuchen, bei denen Warmbearbeitung erfolgte, wurde das Werkstück mit einem Brenner mit verengtem Lichtbogen erhitzt; der Brenner wurde aus einem üblichen 200 A-TIG-Schweißbrenner entwickelt. Der Brenner wurde an einem 300 A-Umspann-Gleichrichter-Lichtbogen-Schweißgenerator mit einer Leerlaufspannung von 80 V und fallender Charakteristik verwendet. Ein einfacher Strom reinen Argons wurde durch den normalen Gaskanal in dem Brennkörper mit einem Durchsatz von $0,3 \text{ m}^3/\text{Std.}$ (10 cu.ft. per hour) geleitet. Die Plasmadüsenöffnung hatte einen Durchmesser von etwa 2,5 mm (0,1 inch).

Das Werkstück wurde in eine Drehbank eingespannt und der Plasmabrenner nahe an die Werkstückoberfläche geführt, so daß diese sehr eng begrenzt erhitzt wurde. Das erhitzte Material wurde durch normales Drehen mit einem einschneidigen Wegwerfwerkzeug mit Meisseleinsatz weggenommen.

Der Brenner wurde wie beim Metalllichtbogenschweißen betrieben, wobei dafür gesorgt wurde, daß der Stromkreis über das Werkstück und die Drehbank durch eine Bürstenan-

ordnung geschlossen wurde, die die rotierende Maschinenspindel berührte.

Der Plasmabrenner wurde unter ungefähr 90° gegen das Drehwerkzeug geneigt und hatte etwa gleichen Abstand zum Werkstück.

Der Arbeitsstrom wurde an dem Gleichrichter eingestellt, und verschiedene Arbeitswerkstoffe wurden mit einem keramischen Werkzeug gedreht. Dabei wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Versuch Nr. 1
=====

Arbeitswerkstoff: Specification '5.6.2.' Schnellstahl (Härte 58Rc). Durchmesser und Länge 76,2 x 69,9 mm (3 in x 2 3/4 in)

Schneidwerkzeug: Keramik Kennametal C06

Plasma-Einstellung:

Strom	100 A
Spannung	45 V
Leistung	4,5 kW

Schnittgeschwindigkeit 152 m/min (500 ft/min)
Vorschub 0,1575 mm/Umdr. (0,0062 in/rev)
Schnitttiefe 1,25 mm (0,05 in)
Gesamte, befriedigend gut gedrehte Länge (des Werkstücks)
210 mm (8 1/4 in)

Versuch Nr. 2
=====

Wie bei Versuch Nr. 1, jedoch das Plasma folgendermaßen eingestellt:

Strom 50 A
Spannung 45 V
Leistung 2,25 kW
Gesamte, befriedigend gut gedrehte Länge
279 mm (11 in)

Aus den Versuchen Nr. 1 und 2 kann geschlossen werden, daß die Leistungsaufnahme des Plasmas zweckmäßigerweise unter 2,25 kW gesenkt werden könnte.

Versuch Nr. 3
=====

Um die in den Versuchen 1 und 2 erzielten Ergebnisse den Ergebnissen auf üblichen Maschinen gegenüberzustellen, wurde

Der Versuch Nr. 1 wird wiederholt, jedoch ohne Plasmaerhitzung. Die Schnittgeschwindigkeit wurde auf 15,2 m/min statt 152 m/min (50 ft/min instead of 500 ft/min) eingestellt. Die mit befriedigendem Erfolg gedrehte Gesamtlänge betrug lediglich 50 mm (2 in).

Versuch Nr. 4
=====

Der Versuch Nr. 1 wurde an einem Werkstück aus 14 % Mangan-Stahl folgender Abmessungen wiederholt: 50 mm Ø, 88,9 mm lang (2 in Ø, 3 1/2 in lang). Die gesamte, befriedigend gedrehte axiale Länge betrug 229 mm (9 in).

Versuch Nr. 5
=====

Um wiederum den Unterschied gegenüber üblicher Arbeitsweise herauszustellen, wurde der Versuch Nr. 4 ohne Plasmaerhitzung wiederholt. Die Schnittgeschwindigkeit wurde wie in Versuch Nr. 3 herabgesetzt. Die mit befriedigendem Erfolg gedrehte Gesamtlänge betrug lediglich 13 mm (1/2 in).

Versuch Nr. 6
=====

Der Versuch Nr. 1 wurde an einem Werkstück aus Nimonic,

31,8 mm Ø, 101,6 mm lang (1 3/4 in Ø, 4 in lang) wiederholt. Die befriedigend gedrehte axiale Gesamtlänge betrug 101,6 mm (4 in).

Versuch Nr. 7
=====

Der Versuch Nr. 6 wurde ohne Plasmaerhitzung wiederholt und dabei eine Schnittgeschwindigkeit von 12,2 m/min (statt 152 m/min) (40 ft/min instead of 500 ft/min) angewandt. Die mit befriedigendem Erfolg gedrehte Gesamtlänge betrug nur 19 mm (3/4 in).

Es ist zu erwarten, daß bei den meisten Werkstoffen eine Zuführung elektrischer Leistung in der Größenordnung von 10 kW am günstigsten ist, wenn auch in besonderen Fällen eine Überschreitung dieses Wertes zweckmässig sein kann. Die aufzuwendende elektrische Leistung hängt nicht nur von der Art des bearbeiteten Werkstoffs sondern auch von der Tiefe des mit dem Werkzeug geführten Schnitts ab.

Patentansprüche:

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Verfahren zum Bearbeiten eines Werkstücks mit hitzebeständigen Schneidwerkzeugen bei Zuführung starker Wärme zu dem Werkstückmaterial, um dessen Festigkeit herabzusetzen und die Schneidwirkung des Werkzeugs zu verbessern,
dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur lediglich in denjenigen Materialbereichen, die anschliessend von dem Werkzeug weggenommen werden sollen, unmittelbar vor dem Bearbeitungsvorgang so weit erhöht wird, daß die Festigkeit dieser Bereiche genügend weit herabgesetzt wird, damit das Werkzeug eine gute Schneidwirkung ausübt, während das übrige Material unterhalb dieser Temperatur gehalten wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück mittels einer Erhitzungsvorrichtung mit verengtem Bogen in Gestalt eines Plasmabrenners erhitzt wird, dessen elektrische Leistungsaufnahme auf einem Wert bis zu etwa 10 kW gehalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Bereich des Werkstücks unmittelbar hinter dem Schneidwerkzeug von einer Kühlvorrichtung behandelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Material des Werkstücks die Eigenschaft des Super-Formänderungsvermögens (Superplasticity) aufweist, wobei die dem Werkstück zugeführte Wärme so gesteuert wird, daß die Materialteile, die von dem Schneidwerkzeug weggenommen werden, sich auf einer Temperatur befinden, die in dem Temperaturbereich liegt, in dem das Material die erwähnte Eigenschaft aufweist.
5. Vorrichtung zur Ausübung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Halterung für das zu bearbeitende Werkstück, ein Schneidwerkzeug (3) mit hitzebeständiger Schneide, eine Einrichtung, die eine Relativbewegung zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug für die Dauer der Einwirkung des Schneidwerkzeugs auf das Werkstück herbeiführt, und eine Einrichtung (4), die eine starke lokale Erhitzung der Teile des Werkstücks, die von dem Schneidwerkzeug (3) ab-

genommen werden, unmittelbar vor dem Schnitt hervorzurufen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Herbeiführen einer starken lokalen Erhitzung einen Plasmabrenner (4) mit einer Mittelelektrode (7) in einem Gehäuse (5) umfaßt, dem Gas und Kühlflüssigkeit während des Betriebes zugeführt werden, wobei eine Gleichstromversorgung an die Elektrode und das Werkstück (1) geführt ist, um zwischen ihnen einen Hauptbogen brennen zu lassen, und wobei ein Widerstand (10) zwischen dem Gehäuse und der Verbindung zwischen Stromversorgung und Werkstück (1) geschaltet oder schaltbar ist, um einen Hilfsbogen innerhalb des Gehäuses (5) brennen zu lassen.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein handbetätigter Schalter (SW4) vorgesehen ist, der den Widerstand (10) im richtigen Augenblick zwischen der Stromversorgung (PSU) und dem Gehäuse (5) schaltet.
8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromversorgung (PSU), die Gas-

zuführung (MW) und die Kühlmittelzuleitung (A) des Brenners (4) und die Einrichtung (C1), die die Relativbewegung zwischen dem Werkstück (1) und dem Werkzeug (3) herbeiführt, von einem von Hand ausgelösten System gesteuert wird, das bewirkt, daß die Stromversorgung (PSU) an den Brenner (4) angeschlossen wird, um einen Bogen nur dann zu zünden, wenn die Gaszuführung (MW) und die Kühlmittelzuleitung (A) angeschaltet sind und die Einrichtung (C1) zur Herstellung der Relativbewegung in Tätigkeit ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerungssystem Zeitglieder (RLD1, RLD2, RLD3) enthält, die bewirken, daß beim Abschalten des Systems die Gaszuführung (MW) und die Kühlmittelzuleitung (A) noch jeweils während vorgegebener Zeitspannen nach dem Löschen des Hauptbogens wirksam bleiben.

Für: The Production Engineering Research
Association of Great Britain

PATENIANWALTE
DIP.-ING. H. FINCKE, DIPL.-ING. H. BOHR
DIP.-ING. S. STAEGER

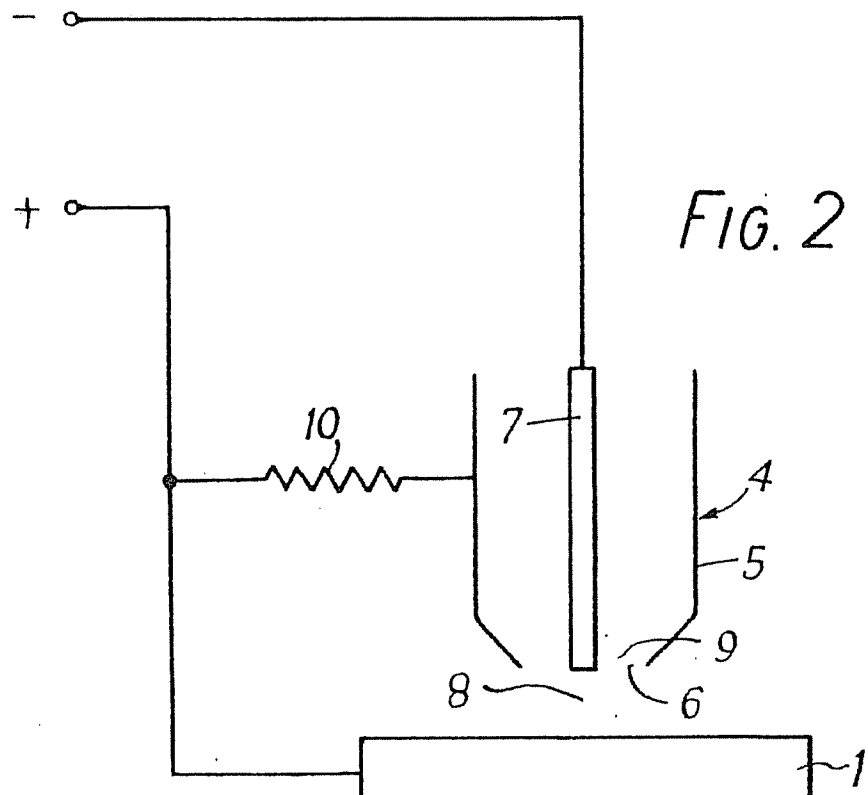
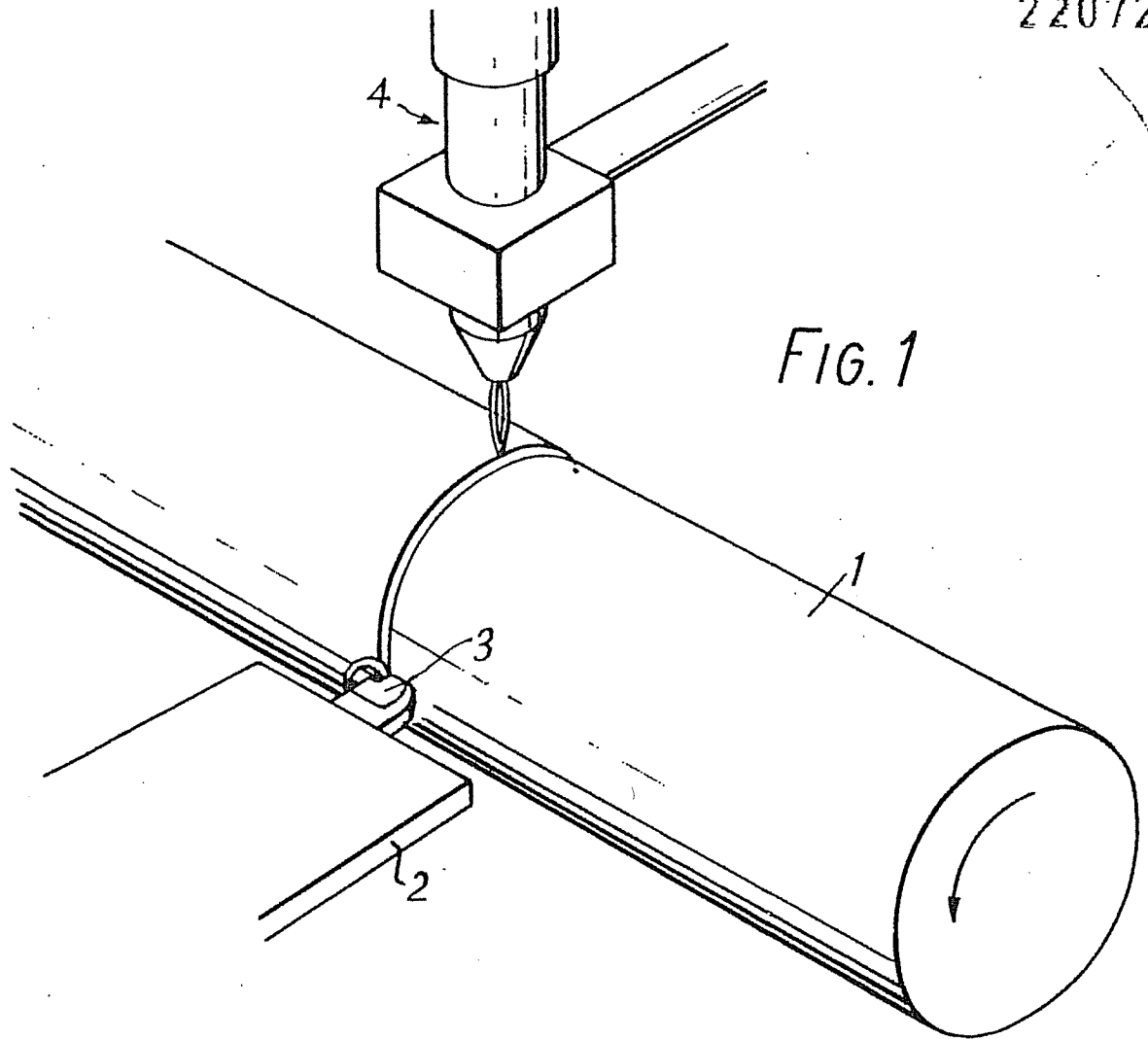


FIG. 3

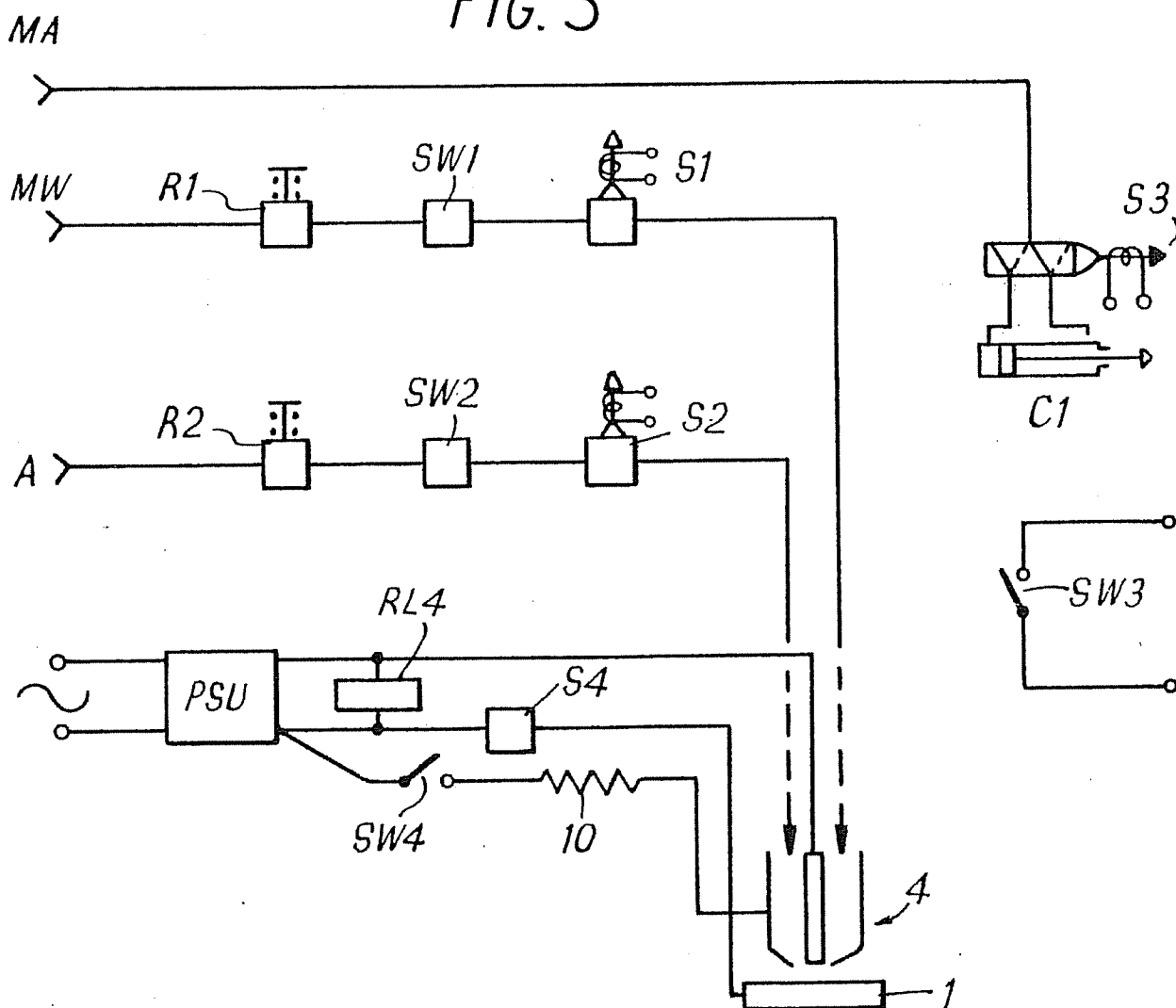


FIG. 4

